

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-284615

(43)Date of publication of application : 23.10.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/8234

H01L 27/06

(21)Application number : 09-106642

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 08.04.1997

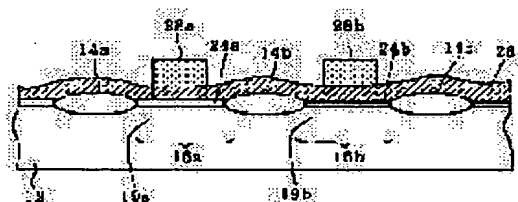
(72)Inventor : AIDA KAZUHIKO

(54) SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURE THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a highly reliable semiconductor device with few device characteristic changes and a method for manufacturing the semiconductor device by providing a simple and short-period process to form high withstand-voltage devices and low withstand-voltage devices having different oxide film thicknesses in a plurality of device formation regions on the same substrate.

SOLUTION: Boron ions for controlling a threshold value of a channel layer 19b are injected into a device formation region 16b where a low withstand voltage transistor is formed, while boron ions for controlling a threshold value of a channel layer 19a and oxygen ions for changing an oxide film thickness are injected into a device formation region 16a where a high withstand voltage transistor is formed, and heat oxidation processing is performed. By this arrangement, a thin gate oxide film 24b for a low withstand-voltage transistor is formed uniformly in the device formation region 16b, while a thick gate oxide film 24a for the high withstand-voltage transistor is formed uniformly in the device formation region 16a. Thus, the gate oxide films having differing film thicknesses can be formed by performing the heat oxidation processing only once.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the semiconductor device which has the component formation field in which a silicon substrate is divided into two or more component formation fields by the component isolation region, and a high proof-pressure component is formed, and every at least one component formation field in which a low proof-pressure component is formed The 1st oxide film on the channel layer which oxidizes thermally the silicon substrate of the component formation field in which said low proof-pressure component is formed, and is obtained, The 2nd oxide film on the channel layer which oxidizes thermally the silicon substrate by which oxygen ion was poured into the predetermined field of the component formation field in which said high proof-pressure component is formed, and is obtained, The semiconductor device characterized by having the 1st electrode which carried out patterning of the conductive film on said 1st oxide film, and the 2nd electrode which carried out patterning of the conductive film on said 2nd oxide film.

[Claim 2] In the manufacture approach of the semiconductor device which forms a component isolation region in a silicon substrate, divides into two or more component formation fields, and forms a high proof-pressure component and a low proof-pressure component The process which pours impurity ion into the predetermined field in the component formation field which forms said low proof-pressure component, and forms the 1st channel layer in it, The process which pours impurity ion into the predetermined field in the component formation field which forms said high proof-pressure component, and forms the 2nd channel layer in it, While carrying out thermal oxidation processing of the process which pours oxygen ion into the predetermined field in the component formation field which forms said high proof-pressure component, and said silicon substrate and forming a thin film oxide film on said 1st channel layer The manufacture approach of the semiconductor device characterized by including the process which forms a thick-film oxide film on said 2nd channel layer.

[Claim 3] The manufacture approach of the semiconductor device according to claim 2 characterized by to make [many] the oxygen ion injection rate into the component formation field which forms said high proof-pressure component rather than the oxygen ion injection rate into the component formation field which is further equipped with the process which pours oxygen ion into the predetermined field in the component formation field which forms said low proof-pressure component after formation of said 1st channel layer, and forms said low proof-pressure component.

[Claim 4] The process which forms a localized-oxidation-of-silicon oxide film in the predetermined location of a silicon substrate, divides into two or more component formation fields, and forms the thermal oxidation film of predetermined thickness for a silicon substrate surface on each component formation field by 1st thermal oxidation processing, The process which pours impurity ion only into a predetermined field through said thermal oxidation film among said component formation fields, and forms the 1st channel layer, While pouring impurity ion into a different predetermined field from the field in which said 1st channel layer was formed among said component formation fields through said thermal oxidation film and forming the 2nd channel layer in it The process which pours oxygen ion into the same field, after removing said thermal oxidation film, while performing 2nd thermal oxidation processing and forming a thin film oxide film on said 1st channel layer The process which forms a thick-film oxide film on said 2nd channel layer, and the process which carries out patterning of the conductive film to the predetermined field on said thin film oxide film and said thick-film oxide film, and forms an electrode in it, An implication, the manufacture approach of the semiconductor device characterized by forming a low proof-pressure transistor in the component formation field to which the high proof-pressure transistor and said thick-film oxide film were formed in the component formation field in which said thin film oxide film was formed.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JP0 and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the semiconductor device which forms in a detail the oxide film with which a silicon substrate is divided into two or more component formation fields by the component isolation region, and thickness differs to each component formation field, and its manufacture approach about a semiconductor device and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the conventional semiconductor device, with the transistor to which the I/O protection network section and the high voltage are impressed, since electric-field concentration would take place to gate oxide and it would become easy to produce dielectric breakdown of gate oxide if the gate oxide which insulates between a channel layer and gate electrodes is thin, thickness of gate oxide was thickened. On the other hand, with the transistor to which a low battery is impressed, gate oxide needed to be made thin to the demand of accelerating a component.

[0003] For this reason, the transistor (henceforth a high proof-pressure transistor) to which the high voltage is impressed within the same substrate thickened thickness of gate oxide, and the structure of making thickness of gate oxide thin was taken with the transistor (henceforth a low proof-pressure transistor) to which a low battery is impressed.

[0004] Thus, after forming gate oxide by 1st thermal oxidation, for example as an approach of manufacturing the transistor from which gate oxidization thickness differs on the same substrate so that it may be indicated by ** JP,2-51266,A, the gate oxide of a specific region is removed and gate oxide is again formed of the 2nd thermal oxidation after that. According to this approach, the transistor (low proof-pressure transistor) which makes gate oxide the thin oxide film formed by the 2nd thermal oxidation is obtained, and the transistor (high proof-pressure transistor) which makes gate oxide the thick oxide film formed by the 1st and 2nd thermal oxidation is obtained in the other part in the above-mentioned specific region.

[0005] Moreover, by the manufacture approach of the semiconductor device indicated by ** JP,6-302813,A, if oxidation treatment is performed after introducing ammonia gas into a silicon substrate and forming a nitride in a particular part, the part in which the nitride was formed will have the slow growth rate of an oxide film, and, as for the part which is not so, the growth rate of oxidation will become early. Thus, changing the thickness of gate oxide was performed by using the difference in the growth rate of the oxide film by the nitride.

[0006] Furthermore, by the manufacture approach of the semiconductor device indicated by ** JP,3-116968,A, after forming the oxide film in front of the gate in the whole silicon substrate, the nitriding silicon film is formed in the field except a particular part. And after performing 1st thermal oxidation, forming gate oxide and removing the above-mentioned nitriding silicon film, 2nd thermal oxidation is performed and gate oxide is formed again. For this reason, the thick oxide film was formed in the field which was not first covered by the nitriding silicon film, and the thin oxide film was formed in the field covered by the nitriding silicon film.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, if it was in the manufacture approach of such a conventional semiconductor device, since it was necessary to perform twice thermal oxidation processing which the processing time requires like [in ** and ** which were mentioned above], while production time became long, there was un-arranging [that a manufacture process was complicated].

[0008] Moreover, in ** mentioned above, the nitride is incorporated in gate oxide. A threshold's becoming easy to change and this nitride's having un-arranged [that the dependability as a transistor falls], when the film containing a nitride was used as gate oxidization, in order to tend to cause an electron trap.

[0009] Furthermore, in ** mentioned above, in case removal of the oxide film on the nitride formed during manufacture and the oxide film in front of the gate under a nitride are removed, it is necessary to etch twice the oxide film formed previously. Thus, since it was very difficult to obtain the oxide film of uniform thickness when forming an oxide film with a thin multiple-times line for etching, variation arose in the component property and there was un-arranging [that the yield got worse].

[0010] Then, invention according to claim 1 aims at offering the semiconductor device which can form in each component formation field simply the oxide film with which thickness differs in a short time, and can form an oxide film with high dependability with little change, such as a threshold, in homogeneity in the component formation field of a low proof-pressure component by oxidizing thermally the silicon substrate which oxidized the silicon substrate

thermally as it was, and poured in oxygen ion in the component formation field of a high proof-pressure component. [0011] By invention according to claim 2 oxidizing a silicon substrate thermally as it is in the component formation field which forms a low proof-pressure component, and carrying out thermal oxidation processing, after pouring in oxygen ion in the component formation field which forms a high proof-pressure component It aims at offering the manufacture approach of the semiconductor device which the oxide film with which thickness differs is simply formed in each component formation field for a short time, and can form an oxide film with high dependability with little change, such as a threshold, in homogeneity.

[0012] Invention according to claim 3 aims at offering the manufacture approach of the semiconductor device which can form the oxide film which made [more] the injection rate of the oxygen ion in the component formation field of a high proof-pressure component than the inside of the component formation field of a low proof-pressure component, and with which it is alike rattlingly with an oxide film and thickness differs to each component formation field more with a sufficient controllability.

[0013] Invention according to claim 4 oxidizes a silicon substrate thermally as it is in the component formation field which forms a low proof-pressure transistor, and forms a thin film oxide film. By oxidizing thermally the silicon substrate which poured in oxygen ion in the component formation field which forms a high proof-pressure transistor, and forming a thick-film oxide film It aims at offering the manufacture approach of the semiconductor device which is simply formed in each component formation field for a short time in the oxide film with which thickness differs, and can form an oxide film with high dependability with little change, such as a threshold, in homogeneity.

[0014]

[Means for Solving the Problem] As for the semiconductor device of invention according to claim 1, a silicon substrate is divided into two or more component formation fields by the component isolation region. In the semiconductor device which has the component formation field in which a high proof-pressure component is formed, and every at least one component formation field in which a low proof-pressure component is formed The 1st oxide film on the channel layer which oxidizes thermally the silicon substrate of the component formation field in which said low proof-pressure component is formed, and is obtained, The 2nd oxide film on the channel layer which oxidizes thermally the silicon substrate by which oxygen ion was poured into the predetermined field of the component formation field in which said high proof-pressure component is formed, and is obtained, The above-mentioned purpose is attained by having had the 1st electrode which carried out patterning of the conductive film on said 1st oxide film, and the 2nd electrode which carried out patterning of the conductive film on said 2nd oxide film.

[0015] Here, since the 2nd oxide film is an oxide film which oxidizes thermally the silicon substrate into which oxygen ion was injected, and is obtained, compared with the 1st oxide film which oxidized thermally the silicon substrate into which oxygen ion is not injected, its growth rate of an oxide film is also quick, and it can thicken thickness of an oxide film.

[0016] According to the above-mentioned configuration, the 1st oxide film of the component formation field in which a low proof-pressure component is formed oxidizes a silicon substrate thermally, the 2nd oxide film of the component formation field in which a high proof-pressure component is formed oxidizes thermally the silicon substrate into which oxygen ion was injected, and is obtained, the 1st electrode is formed on the 1st oxide film, and the 2nd electrode is formed on the 2nd oxide film. While being able to form simply by this the high proof-pressure component and low proof-pressure component from which the thickness of an oxide film differs by short time amount, thickness is uniform respectively, and since the ingredient leading to [, such as a threshold,] change is not used for an oxide film, it can consider as a reliable component.

[0017] In the manufacture approach of the semiconductor device which the semiconductor manufacture approach of invention according to claim 2 forms a component isolation region in a silicon substrate, divides it into two or more component formation fields, and forms a high proof-pressure component and a low proof-pressure component The process which pours impurity ion into the predetermined field in the component formation field which forms said low proof-pressure component, and forms the 1st channel layer in it, The process which pours impurity ion into the predetermined field in the component formation field which forms said high proof-pressure component, and forms the 2nd channel layer in it, While carrying out thermal oxidation processing of the process which pours oxygen ion into the predetermined field in the component formation field which forms said high proof-pressure component, and said silicon substrate and forming a thin film oxide film on said 1st channel layer The above-mentioned purpose is attained by including the process which forms a thick-film oxide film on said 2nd channel layer.

[0018] While according to the above-mentioned approach pouring impurity ion into the component formation field of a low proof-pressure component, forming the 1st channel layer, pouring impurity ion into the component formation field of a high proof-pressure component and forming the 2nd channel layer, after pouring in oxygen ion, a thick-film oxide film is formed on the 2nd channel layer in a thin film oxide film on the 1st channel layer by oxidizing a silicon substrate thermally. Thus, the oxide film with which thickness differs can be formed only by performing one thermal oxidation processing on each channel layer at homogeneity, a production process is simplified, and manufacture in a short time is attained. Moreover, since it becomes change factors, such as a threshold, for example, a nitride etc. is not used into the production process of an oxide film, a reliable component can be formed.

[0019] The manufacture approach of the semiconductor device invention according to claim 3 has attained the above-mentioned purpose by having had further the process which pours oxygen ion into the predetermined field in the component formation field which forms said low proof-pressure component after formation of said 1st channel layer, and having made [many] the oxygen ion injection rate into the component formation field which forms said

high proof-pressure component rather than the oxygen ion injection rate into the component formation field which forms said low proof-pressure component.

[0020] After [according to the above-mentioned approach] the formation process of the 1st channel layer in invention according to claim 2, By adding the process which pours oxygen ion into the component formation field of a low proof-pressure component, and making [more] the oxygen ion injection rate to the component formation field of a high proof-pressure component than the oxygen ion injection rate to the component formation field of a low proof-pressure component A thin film oxide film can be formed on the 1st channel layer, and a thick-film oxide film can be formed on the 2nd channel layer. Thus, although an oxygen ion implantation is performed to both the component formation field of a low proof-pressure component, and the component formation field of a high proof-pressure component, the oxide film from which thickness differs by one thermal oxidation processing by preparing a difference in the injection rate of oxygen ion can be formed by respectively uniform thickness. Since the thickness of the oxide film formed in each field is controllable only by changing an ion injection rate especially, the controllability of oxide-film thickness can be raised.

[0021] The manufacture approach of the semiconductor device invention according to claim 4 The process which forms a localized-oxidation-of-silicon oxide film in the predetermined location of a silicon substrate, divides into two or more component formation fields, and forms the thermal oxidation film of predetermined thickness for a silicon substrate surface on each component formation field by 1st thermal oxidation processing, The process which pours impurity ion only into a predetermined field through said thermal oxidation film among said component formation fields, and forms the 1st channel layer, While pouring impurity ion into a different predetermined field from the field in which said 1st channel layer was formed among said component formation fields through said thermal oxidation film and forming the 2nd channel layer in it The process which pours oxygen ion into the same field, after removing said thermal oxidation film, while performing 2nd thermal oxidation processing and forming a thin film oxide film on said 1st channel layer The process which forms a thick-film oxide film on said 2nd channel layer, and the process which carries out patterning of the conductive film to the predetermined field on said thin film oxide film and said thick-film oxide film, and forms an electrode in it, The above-mentioned purpose is attained by forming a low proof-pressure transistor in the component formation field to which the high proof-pressure transistor and said thick-film oxide film were formed in the component formation field in which the implication and said thin film oxide film were formed.

[0022] According to the above-mentioned approach, a localized-oxidation-of-silicon oxide film divides a silicon substrate into two or more component formation fields. After forming the thermal oxidation film which protects a silicon substrate surface, pour impurity ion into the predetermined field of the component formation fields through the thermal oxidation film, and the 1st channel layer is formed in it. Oxygen ion is poured into the same field, while pouring impurity ion into a different predetermined field from the field in which the 1st channel layer was formed through the thermal oxidation film and forming the 2nd channel layer in it. And after removing said thermal oxidation film, by performing 2nd thermal oxidation processing, a thin film oxide film is formed on the 1st channel layer, a thick-film oxide film is formed on the 2nd channel layer, an electrode is formed on the thin film oxide film and thick-film oxide film, and a high proof-pressure transistor and a low proof-pressure transistor are formed. Thus, while becoming possible to form at homogeneity the oxide film with which thickness differs only by performing one thermal oxidation processing on each channel layer and becoming possible to manufacture for a short time by the production process which had the high proof-pressure transistor and the low proof-pressure transistor simplified on the same substrate, the reliable transistor from which a threshold etc. cannot change easily can be formed.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of suitable operation of this invention is explained to a detail based on an accompanying drawing. In addition, since the gestalt of the operation described below is a gestalt of suitable operation of this invention, desirable various limitation is attached technically, but especially the range of this invention is not restricted to these modes, as long as there is no publication of the purport which limits this invention in the following explanation.

[0024] Drawing 1 - drawing 7 are the process sectional views explaining 1 operation gestalt of the manufacture approach of the semiconductor device of this invention. With this operation gestalt, the thick high proof-pressure transistor of gate oxidization thickness and the thin low proof-pressure transistor of gate oxidization thickness are formed on the silicon substrate 12 divided into two or more component formation fields.

[0025] Next, the production process of the semiconductor device applied to this operation gestalt using drawing 1 - drawing 7 is explained with the operation.

[0026] When forming a high proof-pressure transistor and a low proof-pressure transistor at the same process on a silicon substrate, the component isolation region which separates each component formation field is formed first. this operation gestalt — a component isolation region — forming — hitting — localized oxidation of silicon (LOCOS:Local Oxidation of Silicon) — law is used. This localized-oxidation-of-silicon method is a technique which forms a component isolation region by oxidizing thermally a part of silicon substrate 12 alternatively. As the concrete process, as shown in drawing 1 , the silicon nitride film (Si₃N₄) which is not illustrated [which is an oxidation-resistant coat] is formed on a silicon substrate 12. The isolation insulator layers 14a and 14b as a component isolation region (SiO₂). The isolation insulator layers (SiO₂) 14a, 14b, and 14c which consist of thick thermal oxidation film are formed by carrying out etching removal of the silicon nitride film of the field which forms 14c, exposing a silicon substrate 12, and oxidizing thermally alternatively in a hot (more than 1000-degreeC) steam. Thus, each component formation fields 16a and 16b on a silicon substrate 10 are separated by the isolation insulator

layers (SiO₂) 14a, 14b, and 14c. And H₂ / O₂ which mixed hydrogen and oxygen in an ambient atmosphere, 150Å of sacrifice oxide films 18 which protect the silicon substrate surface of the component formation fields 16a and 16b is formed by performing thermal oxidation processing for 15 minutes at the temperature of 800-degreeC.

[0027] Subsequently, as shown in drawing 2, patterning formation of the photoresist 20 is carried out so that the component formation field 16b side which forms a low proof-pressure transistor may carry out opening. And in order to adjust the threshold in channel layer 19b as the 1st channel layer to the component formation fields (for example, 16b etc.) in which the photoresist 20 is not formed, it is boron ion (B) here Acceleration voltage 15KeV and injection rate 2e12/cm² An ion implantation is made on conditions (x mark in drawing shows the impregnation location of the boron ion in a silicon substrate 12).

[0028] Subsequently, as shown in drawing 3, after removing the photoresist 20 in drawing 2, patterning formation of the photoresist 22 is carried out so that the component formation field 16a side which forms a high proof-pressure transistor may carry out opening shortly. And the ion implantation of the boron ion (B) for adjusting a threshold is carried out to channel layer 19a as the 2nd channel layer of the component formation field (16a) in which the photoresist 22 is not formed on the same conditions (acceleration voltage 15KeV and injection rate 2e12/cm²) as the above.

[0029] Subsequently, as shown in drawing 4, a photoresist 22 is left as it is, and it is oxygen ion Acceleration voltage 20 - 80KeV, and injection rate 1-2e18/cm² On conditions, an ion implantation is carried out to component formation field 16a which forms a high proof-pressure transistor. Even if this process is a characteristic production process in this invention and it oxidizes thermally on the same conditions By the existence of an oxygen ion implantation, rather than the field (component formation field 16b) where oxygen ion is not poured in into the silicon substrate 12 The field (component formation field 16a) where oxygen ion was poured in can form in homogeneity the oxide film from which thickness differs by one thermal oxidation processing using the growth rate of the thermal oxidation film being quick. This is because the reaction of oxygen (O₂) and silicon (Si) will progress if thermal oxidation processing is performed, more diacid-ized silicon (SiO₂) is generated and a thick oxide film can be formed in the field (component formation field 16a) in which oxygen ion was introduced. Therefore, in order to form the oxide film with which thickness differs, even if it only changes the injection rate of not only the existence of impregnation of oxygen ion but oxygen ion, it can carry out similarly.

[0030] It returns to drawing 4 again, a photoresist 22 is removed, and a fluoric acid (HF) solution removes the sacrifice oxide film 18 formed in the front face of each component formation fields 16a and 16b of a silicon substrate 12. Thus, drawing 5 showed the condition after removing the sacrifice oxide film 18.

[0031] In the condition of this drawing 5, it is the front face of a silicon substrate 12 H₂ / O₂ Thick 300Å gate oxide 24a is formed in component formation field 16a which thin 150Å gate oxide 24b is formed in component formation field 16b which forms a low proof-pressure transistor, and forms a high proof-pressure transistor at the temperature of 800-degreeC in an ambient atmosphere as shown to drawing 6 by by carrying out thermal oxidation processing for 15 minutes. Gate oxide 24b mentioned above becomes uniform thickness in order to oxidize thermally the front face of a silicon substrate 12 as it is, and uniform thickness will be obtained if oxygen ion is poured into homogeneity by gate oxide 24a, although oxygen ion oxidizes the poured-in silicon substrate 12 thermally.

[0032] Subsequently, the thickness of 3500Å is made to deposit polycrystalline silicon 26 with chemical vapor deposition (CVD:Chemical Vapour Deposition) on gate oxide 24a mentioned above and 24b. Form the resist patterns 28a and 28b for forming the gate electrode mentioned later on it, and dry etching of said polycrystalline silicon 26 is carried out by making this into an etching mask. After forming the gate electrodes 30a and 30b of a transistor, resist patterns 28a and 28b can be removed, and component structure as shown in drawing 7 can be acquired.

[0033] Although the production process of the transistor after this drawing 7 does not have the direct relation to this invention, and detailed explanation is omitted since it is the same as that of the conventional production process Pour in impurity ion by self-alignment (self align) by using the gate electrodes 30a and 30b as a mask, and non-illustrated the source / drain field are formed, respectively. The high proof-pressure transistor of an MOS (Metal Oxide Semiconductor) mold is formed in component formation field 16a, and the low proof-pressure transistor of an MOS mold is formed in component formation field 16b.

[0034] As stated above, since it is possible to each component formation field on the same silicon substrate to form in homogeneity the gate oxide from which thickness differs, according to the gestalt of this operation, a high proof-pressure transistor and a low proof-pressure transistor can be formed in it, respectively. And in order in forming the oxide film with which thickness differs with the gestalt of this operation to change the growth rate of the thermal oxidation film and to realize a thickness difference by preparing a difference in the existence of impregnation of oxygen ion to every component formation field, or the injection rate of oxygen ion, The controllability of thickness becomes good, and since it is possible to form in coincidence the oxide film with which thickness differs by one thermal oxidation processing, production time becomes short, a throughput improves, and there is an advantage that a manufacture process is simplified.

[0035] Moreover, since the matter used as the factor which changes the threshold of a nitride etc. is not contained in the gate oxide generated, the transistor which consists of a reliable oxide film can be formed.

[0036] As mentioned above, although invention made by this invention person was concretely explained based on the gestalt of suitable operation, it cannot be overemphasized that it can change variously in the range which this invention is not limited to the above-mentioned thing, and does not deviate from the summary.

[0037] For example, although the example in which the transistor which had two kinds of proof-pressure properties, a high proof-pressure transistor and a low proof-pressure transistor, on the same silicon substrate was formed

explained, you may make it form a transistor with two or more different proof-pressure properties from them in the gestalt of the above-mentioned implementation. In that case, it is necessary to adjust suitably the existence and the oxygen ion injection rate of an oxygen ion implantation so that the gate oxide of the thickness according to the *****-proof of the transistor formed in each component formation field may be formed.

[0038] Moreover, in the gestalt of the above-mentioned implementation, although the example in which a high proof-pressure component and every one low proof-pressure component were formed to each component formation field was shown, even if it is the case where it is not limited to this but two or more high proof-pressure transistors and two or more low proof-pressure transistors are formed, it is easy to be natural.

[0039]

[Effect of the Invention] Since according to the semiconductor device of invention according to claim 1 a silicon substrate is oxidized thermally as it is in the component formation field of a low proof-pressure component and the silicon substrate which poured in oxygen ion in the component formation field of a high proof-pressure component is oxidized thermally, while being able to form in each component formation field simply the oxide film with which thickness differs in a short time, an oxide film with high dependability with little change, such as a threshold, can be formed in homogeneity.

[0040] Since according to the manufacture approach of the semiconductor device invention according to claim 2 thermal oxidation processing is carried out after pouring in oxygen ion in the component formation field which oxidizes a silicon substrate thermally as it is in the component formation field which forms a low proof-pressure component, and forms a high proof-pressure component, the oxide film with which thickness differs is simply formed in each component formation field for a short time, and an oxide film with high dependability with little change, such as a threshold, can be formed in homogeneity.

[0041] According to the manufacture approach of the semiconductor device invention according to claim 3, since the injection rate of the oxygen ion in the component formation field of a high proof-pressure component was made [more] than the inside of the component formation field of a low proof-pressure component, the oxide film with which thickness differs can be formed in each component formation field with a sufficient controllability.

[0042] According to the manufacture approach of the semiconductor device invention according to claim 4, in the component formation field which forms a low proof-pressure transistor, oxidize a silicon substrate thermally as it is, and a thin film oxide film is formed on the 1st channel layer. Since the silicon substrate which poured in oxygen ion in the component formation field which forms a high proof-pressure transistor is oxidized thermally and a thick-film oxide film is formed The oxide film with which thickness differs is simply formed in each component formation field for a short time, and an oxide film with high dependability with little change, such as a threshold, can be formed in homogeneity.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The sectional view explaining the isolation process concerning the manufacture approach of the semiconductor device of this invention.

[Drawing 2] The sectional view which explains like impurity ion grouting of the channel field of the low proof-pressure transistor concerning the manufacture approach of the semiconductor device of this invention.

[Drawing 3] The sectional view which explains like impurity ion grouting of the channel field of the high proof-pressure transistor concerning the manufacture approach of the semiconductor device of this invention.

[Drawing 4] The sectional view which explains like oxygen ion grouting which adjusts the oxide-film thickness of the high proof-pressure transistor concerning the manufacture approach of the semiconductor device of this invention.

[Drawing 5] The sectional view showing the condition after removal of the sacrifice oxide film concerning the manufacture approach of the semiconductor device of this invention.

[Drawing 6] The sectional view explaining the process which performs thermal oxidation processing concerning the manufacture approach of the semiconductor device of this invention, and forms a gate electrode.

[Drawing 7] The sectional view showing the condition after the gate electrode formation concerning the manufacture approach of the semiconductor device of this invention.

[Description of Notations]

12 Silicon Substrate

14a-14c Isolation insulator layer (component isolation region)

16a, 16b Component formation field

18 Sacrifice Oxide Film (Oxide Film)

19a Channel layer (the 2nd channel layer)

19b Channel layer (the 1st channel layer)

24a Gate oxide (thick-film oxide film)

24b Gate oxide (thin film oxide film)

26 Polycrystalline Silicon

30a Gate electrode (the 2nd electrode)

30b Gate electrode (the 1st electrode)

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-284615

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl.⁸
H 0 1 L 21/8234
27/06

識別記号

F I
H 0 1 L 27/06

1 0 2 C

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-106642

(22) 出願日 平成9年(1997)4月8日

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 相田 和彦

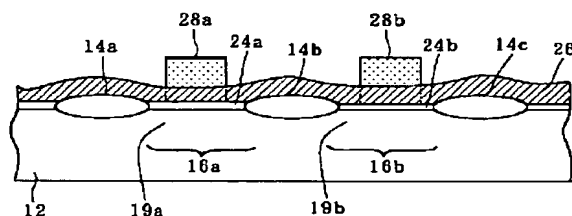
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(54) 【発明の名称】 半導体装置及び半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は同一基板上的複数の素子形成領域に酸化膜厚の異なる高耐圧素子と低耐圧素子とを短時間でかつ簡易な工程で、素子特性の変化の少ない信頼性の高い半導体装置及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 低耐圧トランジスタが形成される素子形成領域16bには、チャネル層19bの閾値を調整するためのボロンイオン注入を行い、高耐圧トランジスタが形成される素子形成領域16aには、チャネル層19aの閾値を調整するためのボロンイオン注入とともに、酸化膜厚を変える酸素イオン注入を行い、熱酸化処理が行われる。これにより、素子形成領域16bには、低耐圧トランジスタ用の薄いゲート酸化膜24bが均一に形成され、素子形成領域16aには、高耐圧トランジスタ用の厚いゲート酸化膜24aが均一に形成される。このため、1回の熱酸化処理だけで、膜厚の異なるゲート酸化膜を形成することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】シリコン基板が素子分離領域により複数の素子形成領域に分割され、高耐圧素子が形成される素子形成領域と低耐圧素子が形成される素子形成領域とを少なくとも1つずつ有する半導体装置において、前記低耐圧素子が形成される素子形成領域のシリコン基板を熱酸化して得られるチャンネル層上の第1酸化膜と、前記高耐圧素子が形成される素子形成領域の所定領域に酸素イオンが注入されたシリコン基板を熱酸化して得られるチャンネル層上の第2酸化膜と、前記第1酸化膜上に導電性膜をパターンニングした第1電極と、前記第2酸化膜上に導電性膜をパターンニングした第2電極と、を備えていることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】シリコン基板に素子分離領域を形成して複数の素子形成領域に分割し、高耐圧素子と低耐圧素子とを形成する半導体装置の製造方法において、前記低耐圧素子を形成する素子形成領域内の所定領域に不純物イオンを注入して第1チャンネル層を形成する工程と、前記高耐圧素子を形成する素子形成領域内の所定領域に不純物イオンを注入して第2チャンネル層を形成する工程と、前記高耐圧素子を形成する素子形成領域内の所定領域に酸素イオンを注入する工程と、前記シリコン基板を熱酸化処理して前記第1チャンネル層上に薄膜酸化膜を形成するとともに、前記第2チャンネル層上に厚膜酸化膜を形成する工程と、を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項3】前記第1チャンネル層の形成後、前記低耐圧素子を形成する素子形成領域内の所定領域に酸素イオンを注入する工程をさらに備え、前記低耐圧素子を形成する素子形成領域内への酸素イオン注入量よりも前記高耐圧素子を形成する素子形成領域内への酸素イオン注入量を多くしたことを特徴とする請求項2に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】シリコン基板の所定位置にロコス酸化膜を形成して複数の素子形成領域に分割し、シリコン基板表面を第1の熱酸化処理により各素子形成領域上に所定膜厚の熱酸化膜を形成する工程と、前記素子形成領域のうち前記熱酸化膜を介して所定領域のみに不純物イオンを注入して第1チャンネル層を形成する工程と、前記素子形成領域のうち前記第1チャンネル層が形成された領域とは異なる所定領域に前記熱酸化膜を介して不純物イオンを注入して第2チャンネル層を形成するとともに、同一領域に酸素イオンを注入する工程と、前記熱酸化膜を除去した後、第2の熱酸化処理を行って前記第1チャンネル層上に薄膜酸化膜を形成するとともに、前記第2チャンネル層上に厚膜酸化膜を形成する工程と、前記薄膜酸化膜と前記厚膜酸化膜上の所定領域に導電性膜をパターンニングして電極を形成する工程と、を含み、前記薄膜酸化膜が形成された素子形成領域に高耐圧トランジスタ、前記厚膜酸化膜が形成された素子形成領域に低耐圧トランジスタ

を形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置及びその製造方法に関し、詳細には、素子分離領域によりシリコン基板が複数の素子形成領域に分割されて各素子形成領域に膜厚の異なる酸化膜を形成する半導体装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の半導体装置において、例えば、入出力保護回路部や高電圧が印加されるトランジスタなどでは、チャンネル層とゲート電極との間を絶縁するゲート酸化膜が薄いとゲート酸化膜に電界集中が起こって、ゲート酸化膜の絶縁破壊が生じ易くなるため、ゲート酸化膜の膜厚を厚くしていた。他方、低電圧が印加されるトランジスタなどでは、素子を高速化するという要求に対してゲート酸化膜を薄くする必要があった。

【0003】このため、同一基板内で高電圧が印加されるトランジスタ（以下、高耐圧トランジスタともいう）は、ゲート酸化膜の膜厚を厚くし、低電圧が印加されるトランジスタ（以下、低耐圧トランジスタともいう）では、ゲート酸化膜の膜厚を薄くするという構造がとられていた。

【0004】このように、同一基板上にゲート酸化膜厚の異なるトランジスタを製造する方法としては、例えば、①特開平2-51266号公報に記載されるように、第1の熱酸化によりゲート酸化膜を形成した後、特定領域のゲート酸化膜を除去し、その後、第2の熱酸化により再度ゲート酸化膜が形成される。この方法によると、上記の特定領域では、第2の熱酸化で形成された薄い酸化膜をゲート酸化膜とするトランジスタ（低耐圧トランジスタ）が得られ、それ以外の部分では、第1及び第2の熱酸化で形成された厚い酸化膜をゲート酸化膜とするトランジスタ（高耐圧トランジスタ）が得られる。

【0005】また、②特開平6-302813号公報に記載された半導体装置の製造方法では、シリコン基板にアンモニアガスを導入して特定部分に窒化物を形成した後、酸化処理を行うと、窒化物が形成された部分は酸化膜の成長速度が遅く、そうでない部分は酸化の成長速度が早くなる。このように、窒化物による酸化膜の成長速度の違いを利用することによって、ゲート酸化膜の膜厚を変えることが行われていた。

【0006】さらに、③特開平3-116968号公報に記載された半導体装置の製造方法では、シリコン基板全体にゲート前酸化膜を形成した後、特定部分を除く領域に窒化硅素膜を形成する。そして、第1の熱酸化を行ってゲート酸化膜を形成し、上記の窒化硅素膜を除去した後、第2の熱酸化を行って再度ゲート酸化膜を形成するようにする。このため、最初に窒化硅素膜で覆われていなかった領域には厚い酸化膜が形成され、窒化硅素膜

で覆われていた領域には薄い酸化膜が形成されていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の半導体装置の製造方法にあっては、前述した①、③の場合のように、処理時間のかかる熱酸化処理を2回行う必要があるため、製造時間が長くなるとともに、製造プロセスが複雑化するという不都合があった。

【0008】また、前述した②の場合は、ゲート酸化膜中に窒化物が取り込まれている。この窒化物は、電子トラップを引き起こし易いため、窒化物を含む膜をゲート酸化として使用すると閾値が変化し易くなり、トランジスタとしての信頼性が低下するという不都合があった。

【0009】さらに、前述した③の場合は、製造中に形成された窒化膜上の酸化膜の除去、及び窒化膜下のゲート前酸化膜を除去する際に、先に形成された酸化膜を2回エッチングする必要がある。このように、エッチングを複数回行って薄い酸化膜を形成する場合は、均一な膜厚の酸化膜を得るのが非常に難しいため、素子特性にバラツキが生じて、歩留りが悪化するという不都合があった。

【0010】そこで、請求項1記載の発明は、低耐圧素子の素子形成領域ではシリコン基板をそのまま熱酸化して、高耐圧素子の素子形成領域では酸素イオンを注入したシリコン基板を熱酸化することにより、それぞれの素子形成領域に膜厚の異なる酸化膜を短時間で簡易に形成し、閾値等の変化の少ない信頼性の高い酸化膜を均一に形成することのできる半導体装置を提供することを目的としている。

【0011】請求項2記載の発明は、低耐圧素子を形成する素子形成領域ではシリコン基板をそのまま熱酸化し、高耐圧素子を形成する素子形成領域では酸素イオンを注入してから熱酸化処理することにより、それぞれの素子形成領域に膜厚の異なる酸化膜が短時間で簡易に形成され、閾値等の変化の少ない信頼性の高い酸化膜を均一に形成することのできる半導体装置の製造方法を提供することを目的としている。

【0012】請求項3記載の発明は、低耐圧素子の素子形成領域内よりも高耐圧素子の素子形成領域内の酸素イオンの注入量の方を多くしたことにより、それぞれの素子形成領域に膜厚の異なる酸化膜を制御性良く形成することのできる半導体装置の製造方法を提供することを目的としている。

【0013】請求項4記載の発明は、低耐圧トランジスタを形成する素子形成領域ではシリコン基板をそのまま熱酸化して薄膜酸化膜を形成し、高耐圧トランジスタを形成する素子形成領域では酸素イオンを注入したシリコン基板を熱酸化して厚膜酸化膜を形成することにより、それぞれの素子形成領域に膜厚の異なる酸化膜を短時間で簡易に形成され、閾値等の変化の少ない信頼性の高い酸化膜を均一に形成することのできる半導体装置の製造

方法を提供することを目的としている。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明の半導体装置は、シリコン基板が素子分離領域により複数の素子形成領域に分割され、高耐圧素子が形成される素子形成領域と低耐圧素子が形成される素子形成領域とを少なくとも1つずつ有する半導体装置において、前記低耐圧素子が形成される素子形成領域のシリコン基板を熱酸化して得られるチャンネル層上の第1酸化膜と、前記高耐圧素子が形成される素子形成領域の所定領域に酸素イオンが注入されたシリコン基板を熱酸化して得られるチャンネル層上の第2酸化膜と、前記第1酸化膜上に導電性膜をパターニングした第1電極と、前記第2酸化膜上に導電性膜をパターニングした第2電極と、を備えたことにより上記目的を達成している。

【0015】ここで、第2酸化膜は、酸素イオンが注入されたシリコン基板を熱酸化して得られる酸化膜であるため、酸素イオンが注入されていないシリコン基板を熱酸化した第1酸化膜と比べると酸化膜の成長速度も速く、酸化膜の厚さを厚くすることができる。

【0016】上記構成によれば、低耐圧素子が形成される素子形成領域の第1酸化膜は、シリコン基板を熱酸化し、高耐圧素子が形成される素子形成領域の第2酸化膜は、酸素イオンが注入されたシリコン基板を熱酸化して得られ、その第1酸化膜上に第1電極が、第2酸化膜上に第2電極が形成される。これにより、酸化膜の厚さが異なる高耐圧素子と低耐圧素子を短い時間で簡易に形成することができるとともに、膜厚がそれぞれ均一であって、酸化膜に閾値等の変化要因となる材料を使用していないため、信頼性の高い素子とすることができる。

【0017】請求項2記載の発明の半導体製造方法は、シリコン基板に素子分離領域を形成して複数の素子形成領域に分割し、高耐圧素子と低耐圧素子とを形成する半導体装置の製造方法において、前記低耐圧素子を形成する素子形成領域内の所定領域に不純物イオンを注入して第1チャンネル層を形成する工程と、前記高耐圧素子を形成する素子形成領域内の所定領域に不純物イオンを注入して第2チャンネル層を形成する工程と、前記高耐圧素子を形成する素子形成領域内の所定領域に酸素イオンを注入する工程と、前記シリコン基板を熱酸化処理して前記第1チャンネル層上に薄膜酸化膜を形成するとともに、前記第2チャンネル層上に厚膜酸化膜を形成する工程と、を含むことにより上記目的を達成している。

【0018】上記方法によれば、低耐圧素子の素子形成領域に不純物イオンを注入して第1チャンネル層を形成し、高耐圧素子の素子形成領域に不純物イオンを注入して第2チャンネル層を形成するとともに、酸素イオンを注入した後、シリコン基板を熱酸化することにより、第1チャンネル層上に薄膜酸化膜を、第2チャンネル層上に厚膜酸化膜が形成される。このように、各チャンネル層上に厚

さの異なる酸化膜を1回の熱酸化処理を行うだけで均一に形成することができ、製造工程が簡略化されて、短時間での製造が可能となる。また、酸化膜の製造工程中に閾値等の変化要因となる、例えば窒化物等を使用しないため、信頼性の高い素子を形成することができる。

【0019】請求項3記載の発明の半導体装置の製造方法は、前記第1チャンネル層の形成後、前記低耐圧素子を形成する素子形成領域内の所定領域に酸素イオンを注入する工程をさらに備え、前記低耐圧素子を形成する素子形成領域内への酸素イオン注入量よりも前記高耐圧素子を形成する素子形成領域内への酸素イオン注入量を多くしたことにより、上記目的を達成している。

【0020】上記方法によれば、請求項2記載の発明における第1チャンネル層の形成工程の後、低耐圧素子の素子形成領域に酸素イオンを注入する工程を付加し、低耐圧素子の素子形成領域への酸素イオン注入量よりも高耐圧素子の素子形成領域への酸素イオン注入量を多くすることにより、第1チャンネル層上に薄膜酸化膜を、第2チャンネル層上に厚膜酸化膜を形成することができる。このように、低耐圧素子の素子形成領域と高耐圧素子の素子形成領域の両方に酸素イオン注入が行われるが、酸素イオンの注入量に差を設けることで、1回の熱酸化処理で厚さの異なる酸化膜をそれぞれ均一な厚さで形成することができる。特に、イオン注入量を変えるだけで各領域に形成される酸化膜の厚さを制御することができるため、酸化膜厚の制御性を向上させることができる。

【0021】請求項4記載の発明の半導体装置の製造方法は、シリコン基板の所定位置にロコス酸化膜を形成して複数の素子形成領域に分割し、シリコン基板表面を第1の熱酸化処理により各素子形成領域上に所定膜厚の熱酸化膜を形成する工程と、前記素子形成領域のうち前記熱酸化膜を介して所定領域のみに不純物イオンを注入して第1チャンネル層を形成する工程と、前記素子形成領域のうち前記第1チャンネル層が形成された領域とは異なる所定領域に前記熱酸化膜を介して不純物イオンを注入して第2チャンネル層を形成するとともに、同一領域に酸素イオンを注入する工程と、前記熱酸化膜を除去した後、第2の熱酸化処理を行って前記第1チャンネル層上に薄膜酸化膜を形成するとともに、前記第2チャンネル層上に厚膜酸化膜を形成する工程と、前記薄膜酸化膜と前記厚膜酸化膜上の所定領域に導電性膜をパターンニングして電極を形成する工程と、を含み、前記薄膜酸化膜が形成された素子形成領域に高耐圧トランジスタ、前記厚膜酸化膜が形成された素子形成領域に低耐圧トランジスタを形成することにより、上記目的を達成する。

【0022】上記方法によれば、シリコン基板をロコス酸化膜により複数の素子形成領域に分割し、シリコン基板表面を保護する熱酸化膜を形成した後、素子形成領域のうちの所定領域に熱酸化膜を介して不純物イオンを注入して第1チャンネル層を形成し、第1チャンネル層が形成

された領域とは異なる所定領域に熱酸化膜を介して不純物イオンを注入して第2チャンネル層を形成するとともに、同一領域に酸素イオンを注入する。そして、前記熱酸化膜を除去した後、第2の熱酸化処理を行うことにより、第1チャンネル層上に薄膜酸化膜が、第2チャンネル層上に厚膜酸化膜が形成され、その薄膜酸化膜と厚膜酸化膜上に電極を形成して、高耐圧トランジスタと低耐圧トランジスタが形成される。このように、各チャンネル層上に厚さの異なる酸化膜を1回の熱酸化処理を行うだけで均一に形成することが可能となり、同一基板上に高耐圧トランジスタと低耐圧トランジスタを簡略化された製造工程で、短時間で製造することが可能になるとともに、閾値等が変化し難い、信頼性の高いトランジスタを形成することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下に述べる実施の形態は、本発明の好適な実施の形態であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの態様に限られるものではない。

【0024】図1～図7は、本発明の半導体装置の製造方法の一実施形態を説明する工程断面図である。本実施形態では、複数の素子形成領域に分割されたシリコン基板12上に、ゲート酸化膜厚の厚い高耐圧トランジスタとゲート酸化膜厚の薄い低耐圧トランジスタとを形成するものである。

【0025】次に、図1～図7を用いて本実施形態に係る半導体装置の製造工程をその作用とともに説明する。

【0026】シリコン基板12上に高耐圧トランジスタと低耐圧トランジスタとを同一工程で形成する場合は、まず、各素子形成領域を分離する素子分離領域が形成される。本実施形態では、素子分離領域を形成するにあたって、ロコス(LOCOS: Local Oxidation of Silicon)法を用いている。このロコス法は、シリコン基板12の一部を選択的に熱酸化することにより、素子分離領域を形成する技術である。その具体的な工程としては、図1に示されるように、シリコン基板12上に耐酸化性の被膜である不図示の窒化シリコン膜(Si_3N_4)を成膜して、素子分離領域としての素子分離絶縁膜(SiO_2)14a、14b、14cを形成する領域の窒化シリコン膜をエッチング除去してシリコン基板12を露出させ、高温(1000°C以上)の水蒸気中で選択的に熱酸化することにより、厚い熱酸化膜からなる素子分離絶縁膜(SiO_2)14a、14b、14cが形成される。このように、素子分離絶縁膜(SiO_2)14a、14b、14cにより、シリコン基板10上の各素子形成領域16a、16bが分離される。そして、水素と酸素とを混合させた H_2/O_2 雰囲気中で、800°Cの

温度で、15分間熱酸化処理を行うことにより、素子形成領域16a、16bのシリコン基板表面を保護する犠牲酸化膜18を150オングストローム形成する。

【0027】次いで、図2に示されるように、低耐圧トランジスタを形成する素子形成領域16bの側が開口するように、フォトレジスト20をパターンニング形成する。そして、そのフォトレジスト20が形成されていない素子形成領域（例えば、16bなど）に対しては、第1チャンネル層としてのチャンネル層19bにおける閾値を調整するために、ここではボロンイオン（B）を加速電圧15KeV、注入量 $2 \times 10^{12} / \text{cm}^2$ の条件でイオン注入がなされる（図中の×印は、シリコン基板12中のボロンイオンの注入位置を示している）。

【0028】次いで、図3に示されるように、図2におけるフォトレジスト20を除去した後、今度は高耐圧トランジスタを形成する素子形成領域16aの側が開口するように、フォトレジスト22をパターンニング形成する。そして、フォトレジスト22が形成されていない素子形成領域（16a）の第2チャンネル層としてのチャンネル層19aに対して、閾値の調整を行うためのボロンイオン（B）を上記と同様の条件（加速電圧15KeV、注入量 $2 \times 10^{12} / \text{cm}^2$ ）でイオン注入する。

【0029】次いで、図4に示されるように、フォトレジスト22をそのままにして、酸素イオンを加速電圧20～80KeV、注入量 $1 \sim 2 \times 10^{18} / \text{cm}^2$ の条件で、高耐圧トランジスタを形成する素子形成領域16aにイオン注入する。この工程は、本発明における特徴的な製造工程であり、同一条件で熱酸化を行っても、酸素イオン注入の有無により、シリコン基板12中に酸素イオンが注入されていない領域（素子形成領域16b）よりも、酸素イオンが注入された領域（素子形成領域16a）の方が熱酸化膜の成長速度が速いことを利用して、1回の熱酸化処理により膜厚の異なる酸化膜を均一に形成することができる。これは、酸素イオンが導入された領域（素子形成領域16a）では、熱酸化処理が行われると酸素（ O_2 ）と硅素（Si）の反応が進み、より多くの二酸化硅素（ SiO_2 ）が生成されて、厚い酸化膜を形成することができることによる。従って、膜厚の異なる酸化膜を形成するには、単に酸素イオンの注入の有無だけではなく、酸素イオンの注入量を変えても、同様に行うことができる。

【0030】再び図4に戻って、フォトレジスト22を除去し、シリコン基板12の各素子形成領域16a、16bの表面に形成された犠牲酸化膜18をフッ酸（HF）溶液で除去する。このようにして、犠牲酸化膜18を除去した後の状態を示したのが図5である。

【0031】この図5の状態で、シリコン基板12の表面を H_2 、 O_2 雰囲気中で、 800°C の温度で、15分間熱酸化処理することにより、図6に示されるように、低耐圧トランジスタを形成する素子形成領域16b

には150オングストロームの薄いゲート酸化膜24bが形成され、高耐圧トランジスタを形成する素子形成領域16aには300オングストロームの厚いゲート酸化膜24aが形成される。上述したゲート酸化膜24bは、シリコン基板12の表面をそのまま熱酸化するため均一な膜厚となり、また、ゲート酸化膜24aは、酸素イオンが注入されたシリコン基板12を熱酸化したものであるが、酸素イオンが均一に注入されていれば均一な膜厚が得られる。

【0032】次いで、上述したゲート酸化膜24a、24b上に、化学気相成長（CVD：Chemical Vapour Deposition）により多結晶シリコン26を3500オングストロームの厚さに堆積させ、その上に後述するゲート電極を形成するためのレジストパターン28a、28bを形成し、これをエッチングマスクとして前記多結晶シリコン26をドライエッチングして、トランジスタのゲート電極30a、30bを形成した後、レジストパターン28a、28bを除去して、図7に示されるような素子構造を得ることができる。

【0033】この図7以降のトランジスタの製造工程は、本発明と直接関係がなく、従来の製造工程と同様であるため詳細な説明を省略するが、ゲート電極30a、30bをマスクとしてセルフアライメント（自己整合）により不純物イオンを注入して不図示のソース／ドレイン領域をそれぞれ形成し、素子形成領域16aにはMOS（Metal Oxide Semiconductor）型の高耐圧トランジスタが、素子形成領域16bにはMOS型の低耐圧トランジスタが形成される。

【0034】以上述べたように、本実施の形態によれば、同一シリコン基板上の各素子形成領域に、膜厚の異なるゲート酸化膜を均一に形成することが可能なため、高耐圧トランジスタと低耐圧トランジスタとをそれぞれ形成することができる。しかも、本実施の形態では、膜厚の異なる酸化膜を形成するにあたって、素子形成領域毎に酸素イオンの注入の有無、又は酸素イオンの注入量に差を設けることにより、熱酸化膜の成長速度を変えて膜厚差を実現させるため、膜厚の制御性が良好となり、1回の熱酸化処理で膜厚の異なる酸化膜を同時に形成することが可能なことから、製造時間が短くなってスループットが向上し、製造プロセスが簡略化されるという利点がある。

【0035】また、生成されるゲート酸化膜中に窒化物等の閾値を変化させる要因となる物質が含まれていないため、信頼性の高い酸化膜から成るトランジスタを形成することができる。

【0036】以上、本発明者によってなされた発明を好適な実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記のものに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0037】例えば、上記実施の形態においては、同一シリコン基板上に高耐圧トランジスタと低耐圧トランジスタの2種類の耐圧特性を持ったトランジスタを形成した例で説明したが、それらと異なる複数の耐圧特性を持ったトランジスタを形成するようにしても良い。その場合には、各素子形成領域に形成されるトランジスタの耐圧特性に応じた膜厚のゲート酸化膜が形成されるように、酸素イオン注入の有無や酸素イオン注入量を適宜調整する必要がある。

【0038】また、上記実施の形態においては、各素子形成領域に高耐圧素子と低耐圧素子とを1つずつ形成した例を示したが、これに限定されず、複数の高耐圧トランジスタと複数の低耐圧トランジスタを形成する場合であっても勿論良い。

【0039】

【発明の効果】請求項1記載の発明の半導体装置によれば、低耐圧素子の素子形成領域ではシリコン基板をそのまま熱酸化し、高耐圧素子の素子形成領域では酸素イオンを注入したシリコン基板を熱酸化するので、それぞれの素子形成領域に膜厚の異なる酸化膜を短時間で簡易に形成することができるとともに、閾値等の変化の少ない信頼性の高い酸化膜を均一に形成することができる。

【0040】請求項2記載の発明の半導体装置の製造方法によれば、低耐圧素子を形成する素子形成領域ではシリコン基板をそのまま熱酸化し、高耐圧素子を形成する素子形成領域では酸素イオンを注入してから熱酸化処理するので、それぞれの素子形成領域に膜厚の異なる酸化膜が短時間で簡易に形成され、閾値等の変化の少ない信頼性の高い酸化膜を均一に形成することができる。

【0041】請求項3記載の発明の半導体装置の製造方法によれば、低耐圧素子の素子形成領域内よりも高耐圧素子の素子形成領域内の酸素イオンの注入量の方を多くしたので、それぞれの素子形成領域に膜厚の異なる酸化膜を制御性良く形成することができる。

【0042】請求項4記載の発明の半導体装置の製造方法によれば、低耐圧トランジスタを形成する素子形成領域ではシリコン基板をそのまま熱酸化して第1チャンネル*

*層上に薄膜酸化膜を形成し、高耐圧トランジスタを形成する素子形成領域では酸素イオンを注入したシリコン基板を熱酸化して厚膜酸化膜を形成するので、それぞれの素子形成領域に膜厚の異なる酸化膜を短時間で簡易に形成され、閾値等の変化の少ない信頼性の高い酸化膜を均一に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体装置の製造方法に係る素子分離工程を説明する断面図。

【図2】本発明の半導体装置の製造方法に係る低耐圧トランジスタのチャンネル領域の不純物イオン注入工程を説明する断面図。

【図3】本発明の半導体装置の製造方法に係る高耐圧トランジスタのチャンネル領域の不純物イオン注入工程を説明する断面図。

【図4】本発明の半導体装置の製造方法に係る高耐圧トランジスタの酸化膜厚を調整する酸素イオン注入工程を説明する断面図。

【図5】本発明の半導体装置の製造方法に係る犠牲酸化膜の除去後の状態を示す断面図。

【図6】本発明の半導体装置の製造方法に係る熱酸化処理を行ってゲート電極を形成する工程を説明する断面図。

【図7】本発明の半導体装置の製造方法に係るゲート電極形成後の状態を示す断面図。

【符号の説明】

12 シリコン基板

14a～14c 素子分離絶縁膜（素子分離領域）

16a、16b 素子形成領域

18 犠牲酸化膜（酸化膜）

19a チャンネル層（第2チャンネル層）

19b チャンネル層（第1チャンネル層）

24a ゲート酸化膜（厚膜酸化膜）

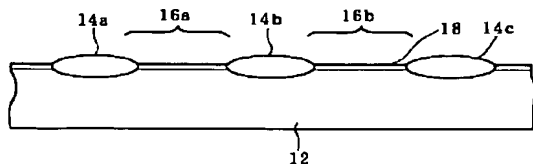
24b ゲート酸化膜（薄膜酸化膜）

26 多結晶シリコン

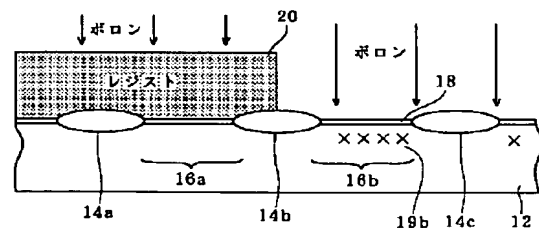
30a ゲート電極（第2電極）

30b ゲート電極（第1電極）

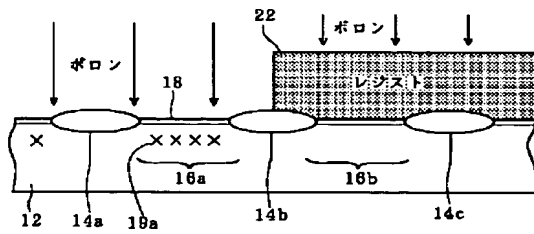
【図1】



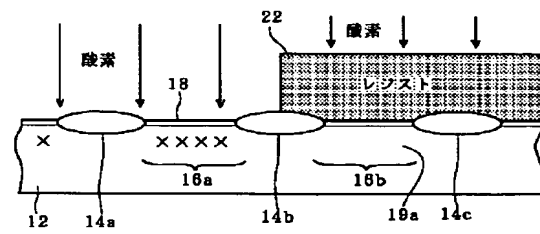
【図2】



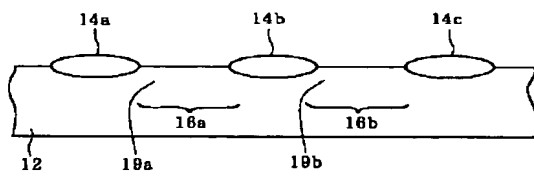
【図3】



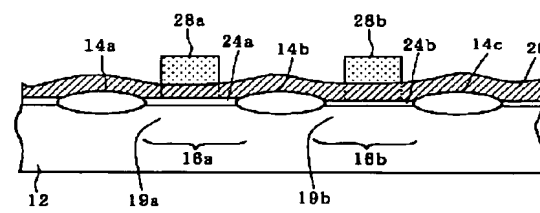
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

